

Tecnologia Pós-colheita e Processamento de Mamão: Qualidade e Renda aos Produtores Roraimenses



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 55

**Tecnologia Pós-colheita e
Processamento de Mamão: Qualidade
e Renda aos Produtores Roraimenses**

***Maria Fernanda Berlingieri Durigan
José Fernando Durigan***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR174, Km 8 - Distrito Industrial

Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970

Boa Vista | RR

Fone/Fax: (095) 4009.7100

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Oscar José Smiderle

Secretário-Executivo: Aloísio Alcântara Vilarinho

Membros: Karine Dias Batista

Krisle da Silva

Edvan Alves Chagas

Roberto Dantas de Medeiros

Hyanameika Evangelista de Lima

Elisângela Gomes Fidelis de Moraes

Cássia Ângela Pedrozo

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Revisão Gramatical: Luiz Edwilson Frazão, Clarice Monteiro Rocha e Vanessa Damasceno

Editoração Eletrônica: Gabriela de Lima

1ª edição (2014)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)

Embrapa Roraima

Durigan, Maria Fernanda Berlingieri

Tecnologia Pós-colheita e Processamento de Mamão: Qualidade e Renda aos Produtos Roraimenses / Maria Fernanda Berlingieri, José Fernando Durigan. – Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2014.

27 p. -. (Documentos / Embrapa Roraima, 55).

1.Fruticultura. 2. Comercialização. 3. Industrialização. I. Durigan, José Fernando. II. Embrapa Roraima.

CDD: 634.651

Autores

Maria Fernanda Berlingieri Durigan

Engenheira Agrônoma, D.Sc., Pós-colheita e
Industrialização, Pesquisadora da Embrapa Roraima
BR 174, km 08 - Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970
Distrito Industrial – Boa Vista, RR

José Fernando Durigan

Engenheiro Agrônomo, Prof. D.Sc.
Tecnologia Pós-Colheita e de Produtos Agropecuários
Departamento de Tecnologia - FCAV/UNESP
Campus de Jaboticabal
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castelani s/n
CEP 14.884-900 – Jaboticabal, SP

Sumário

Resumo.....	06
Introdução.....	07
Matéria-Prima.....	08
Pós-colheita de mamão.....	09
Industrialização.....	12
Polpa.....	14
Doces em Calda.....	17
Doce cristalizado ou passas.....	18
Geleia.....	19
Papaína.....	19
Pectina.....	20
Produtos minimamente processados (PMP).....	20
Considerações Finais.....	23
Referências.....	25

Tecnologia Pós-colheita e Processamento de Mamão: Qualidade e Renda aos Produtores Roraimenses

Maria Fernanda Berlingieri Durigan

José Fernando Durigan

Resumo

O mercado mundial de mamão, em 2010, movimentou US\$ 171.345,00 milhões. O Brasil vem mantendo-se como o segundo exportador, atrás somente do México, contribuindo com mais de 20% desse total. No estado de Roraima, a produção desta fruta vem aumentando e, em 2009, chegou a 1.132 hectares, com produção de 2.389 toneladas (AGRIANUAL, 2012). As plantações mais extensas estão localizadas no sul do estado e visam o comércio em Manaus, estado do Amazonas, enquanto um grande número de pequenas propriedades no entorno da capital Boa Vista visa o comércio local.

Por ser uma fruta que produz o ano todo, é possível comercializar o mamão continuamente. Esta disponibilidade regular, além de habituar os diferentes consumidores ao seu uso, permite que o fruto seja um produto alternativo durante o inverno e entre a safra de outros cultivos.

A produção de frutas de alta qualidade, objetivando o mercado de produtos frescos, com consumidores cada vez mais exigentes, tem sido a tônica da fruticultura brasileira. Isso se deve às mudanças culturais nos hábitos alimentares e à concorrência entre produtores de diversas regiões do país e do mundo. Assim, há um grande desperdício de produtos frescos devido, principalmente, à qualidade indesejada. A produção frutícola brasileira é, ainda, muito desperdiçada durante a fase pós-colheita e, na maioria dos casos, principalmente na região Norte do Brasil, isso ocorre em função do desconhecimento de técnicas de conservação.

A industrialização é a melhor opção para minimizar perdas que ocorrem por ocasião do excesso de oferta de uma fruta, fazendo com que os preços nos mercados sejam indesejáveis pelos produtores. No Brasil, os problemas relativos à qualidade e distribuição de frutas tornam a agroindustrialização importante por aproveitar os produtos que não servem para os mercados de frutas frescas na fabricação de polpas, doces, sucos, produtos minimamente processados, entre outros. Ela permite a sustentabilidade de uma determinada cultura por aumentar as possibilidades de utilização de seus frutos. Além disso, minimiza perdas, agrega valor, os processos são relativamente simples e tornam o produto mais conveniente.

Assim, este trabalho aborda diferentes tecnologias nas distintas etapas pós-colheita da cultura do mamão e o processamento da fruta como alternativa para aumentar os ganhos econômicos das propriedades agrícolas, por meio de explicações básicas e ilustradas sobre o manejo pós-colheita e os diferentes modelos de processamento da fruta.

Introdução

Estudos sobre a formação da qualidade pós-colheita do mamão são importantes, especialmente para que o conhecimento produzido permita a incorporação de práticas culturais e carga genética, adequadas ao destino das frutas. O atual comprometimento com a qualidade não é balizado por especificações técnicas do consumidor.

Diversidade, conveniência e benefícios à saúde são requerimentos dos consumidores. Um exemplo prático desta afirmação é o sucesso econômico dos produtos minimamente processados, no mercado europeu atual representam uma lucratividade de aproximadamente 200 a 300 milhões de euros/ano.

Pesquisas objetivando a máxima qualidade de frutas devem mirar tecnologias inovadoras, controle de contaminações, segurança alimentar, conhecimento sobre a evolução da qualidade e o aumento da vida de prateleira. Faltam também pesquisas relacionadas ao melhoramento do sabor, frescor, aparência, gosto, conteúdo nutricional e orientação aos consumidores quanto à qualidade *Premium*. Há outros itens que aumentam a valoração pelos consumidores, como os relacionados à saúde, cultivo orgânico e/ou convencional, uso de modificação genética e respeito aos padrões sociais e ambientais. São os *credence attributes* ou atributos de créditos que não são diretamente avaliados pelo consumidor.

O preço é parte importante da qualidade e ele pode ser alto quando os atributos de qualidade dos consumidores são conseguidos. No mercado comandado por grandes supermercados, o objetivo é maximizar o retorno com as vendas de todos os itens.

A repetição da compra e do consumo incrementa a experiência pessoal dos consumidores e variações na qualidade tornam-se cada vez mais perceptíveis. Isto torna importante a reprodução, a renovação e a modificação das informações externas, com desenvolvimento e ênfase aos atributos intrínsecos e sensoriais.

Devido às mudanças culturais nos hábitos alimentares e a concorrência entre produtores de diversas regiões do país e do mundo, a produção de frutas de alta qualidade, objetivando o mercado de produtos frescos, com consumidores cada vez mais exigentes, tem sido um grande estímulo à fruticultura brasileira. Consequentemente, há um grande desperdício de produtos frescos devido, principalmente, à qualidade indesejada. Destaca-se aqui a fase pós-colheita e, na maioria dos casos, isso ocorre em função do desconhecimento de técnicas de conservação. Frutos murchos, amassados, sem a cor característica e com aparência desagradável sobram nas prateleiras dos mercados e feiras livres. As lesões mecânicas, durante o manejo na colheita e pós-colheita, são responsáveis por perdas significativas durante a distribuição e a comercialização. É importante ressaltar que elas afetam diretamente a aparência externa, que é um dos atributos de qualidade mais evidentes, visto que se trata do principal fator de rejeição pelo consumidor.

Assim, a industrialização é a melhor opção para minimizar as perdas que ocorrem por ocasião do excesso de oferta de uma fruta, fazendo com que os preços nos mercados sejam indesejáveis pelos produtores. No Brasil, os problemas relativos à qualidade e distribuição de frutas tornam a agroindustrialização importante por aproveitar aquelas que não servem para os mercados de frutas frescas na fabricação de polpas, doces, sucos, produtos minimamente processados, entre outros. Ela permite a sustentabilidade de uma determinada cultura por aumentar as possibilidades de utilização de seus frutos. Além disso, minimiza perdas, agrega valor aos processos, além de serem relativamente simples e tornarem o produto mais conveniente.

A produção mundial de mamão vem aumentando desde 2002 e, em 2010, movimentou US\$171,345 milhões, onde o México foi o maior exportador responsável por mais de 40% desse total, enquanto o Brasil ficou em segundo lugar com mais de 20% das exportações. A produção total mundial ficou em 10.484 toneladas, com destaque para Índia em primeiro lugar (3.911 ton) e Brasil em segundo (1.792 ton) (AGRIANUAL, 2012). O Brasil tem a Holanda como principal parceiro comercial, recebendo 27% do total exportado, seguido por Portugal (16,0%), EUA (13,7%), Espanha (11,7%) e Inglaterra (10,6%). O volume exportado aumentou em 75% nos últimos 10 anos, com acréscimo de 55% no preço em reais. O mercado brasileiro de frutas ainda é relativamente pequeno devido ao seu baixo consumo, mas o do mamão é estável e com preços que foram elevados cerca de 26% nos últimos 10 anos (IBRAF, 2011).

Segundo os autores Nogueira e Castro (2003), no estado de Roraima não há plantios extensos de mamão e as áreas com as maiores plantações localizam-se no ecossistema de mata de transição dos municípios de Caracará e Iracema, onde as produções visam principalmente o mercado de Manaus, no estado do

Amazonas. Próximo à capital Boa Vista, encontram-se plantios menores, cujo destino dos frutos é o abastecimento local.

Roraima possui 17% de sua área territorial, aproximadamente 40 milhões de hectares, em condições favoráveis a fruticultura irrigada (BRAGA; ARAÚJO, 2007) e ainda assim importa grande parte das frutas consumidas no estado. Além de estar apto à produção para o consumo interno, há a possibilidade real de o estado exportar para a cidade de Manaus, além da Venezuela e Guiana.

As exportações do estado passam frequentemente por situações delicadas devido ao fato de Roraima estar localizada em área de fronteira brasileira, considerada porta de entrada de pragas quarentenárias que podem afetar a saída de frutas do estado. Neste sentido, os diversos tipos de processamento de frutas fazem-se novamente importantes por se tratarem de uma ferramenta de aproveitamento da produção evitando perdas.

Assim, este trabalho traz a abordagem de diferentes tecnologias nas etapas pós-colheita da cultura do mamão e o processamento da fruta como uma alternativa para viabilizar economicamente as propriedades agrícolas, por meio de explanações básicas e ilustradas sobre o manejo pós-colheita e os diferentes modelos de processamento da fruta.

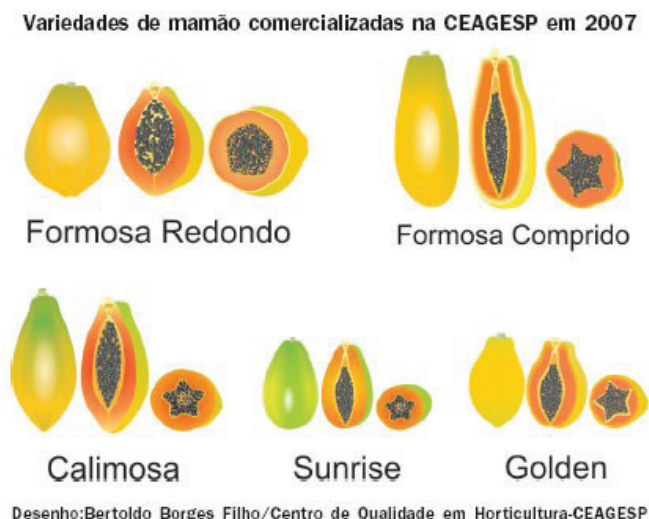
Matéria-prima

O mamão apresenta uma polpa delicada e saborosa, cujas características físicas (textura, cor e aroma), químicas (baixa acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas tornam esta fruta um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades. De modo geral, ela é consumida *"in natura"*, mas sua industrialização permite o aproveitamento integral do fruto, oferece extensa gama de produtos e subprodutos para consumo direto e utilização na indústria de alimentos, farmacêutica e de rações animais.

Até meados da década de 1970, o mamão mais consumido era o Comum, considerado relativamente grande, de formato arredondado, parecido com o mamão Formosa redondo. Neste período, foram trazidos do Havaí os mamões Kapoho, de polpa amarelada e Sunrise, de polpa vermelha, ambos de tamanho pequeno. Na Tabela 1, são apresentadas algumas características dos principais mamões encontrados, atualmente, no Brasil.

Tabela 1. Características das principais variedades de mamão comercializadas no Brasil (Adaptado de Jornal Entrepósito do Centro de Qualidade em Horticultura da Ceagesp, 2007).

Características	Formosa		Calimosa	Sunrise	Golden
	Redondo	Comprido			
Formato do fruto	Globular pontudo	Piriforme alongado ponta arredondada	Piriforme alongado pontudo	Piriforme	Piriforme com pescoço
Formato da cavidade central	Levemente estrelado	Estrelado	Estrelado	Estrelado	Estrelado
Espessura da casca (cm)	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5
Formato da base do pedúnculo	Achatado	Achatado	Achatado	Achatado	Achatado
Tamanho da cicatriz do pedúnculo (cm)	1,7	2,5	1,0	1,0	1,0
Sulcos na superfície do fruto	Intermediário p/ profundo	Intermediário	Superficial	Superficial	Superficial
Côr da casca	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado
Côr da polpa	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado	Amarelo alaranjado
Formato da base	Arredondado	Ponta	Arredondado	Arredondado	Ponta



A composição de 100 g de sua polpa, segundo a Tabela de Composição de Alimentos do NEPA-UNICAMP (TACO, 2006), destaca-se pelos altos teores de potássio (222 mg) e de vitamina C (79 mg) e baixos de energia (45 kcal), carboidratos (12 g), proteínas (1 g), fibra (1,8 g), lipídeos (traços), minerais como ferro (0,2 mg), sódio (3 mg) e zinco (1 mg) e vitaminas como B1 (0,03 mg) e B2 (0,03 mg). Seu conteúdo de ácidos pode ser considerado baixo, sendo predominantes os ácidos cítricos, málico e α -cetoglutarico.

Os teores de açúcares do mamão durante o desenvolvimento dos frutos são relativamente baixos e aumentam bruscamente durante o amadurecimento, quando se tem a transformação da sacarose em glicose e frutose, o que se reflete nos teores de açúcares totais da polpa a média de 11,79 g. 100 g⁻¹ e o de açúcares redutores a média de 10,75 g. 100 g⁻¹.

O mamão apresenta boa atividade antioxidante, quando medida pelo método TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) e dentre os principais compostos com esta atividade, ele tem os carotenóides (pró-vitamina A) e o ácido ascórbico. Possui baixo conteúdo de fenólicos solúveis totais (54,8 mg de ácido gálico 100 g⁻¹) e teor de β -caroteno de aproximadamente 100 μ g 100 g⁻¹, enquanto o de carotenóides totais é de 800 μ g 100 g⁻¹.

Em estudos sobre os compostos fenólicos presentes no mamão e em polpas comercializadas, detectaram-se a presença de linalol, óxido de linalol e isoticianato de benzila.

Os carotenóides, além de contribuírem com a cor dos frutos, possuem importante papel na manutenção da saúde humana, prevenindo doenças, combatendo radicais livres e fortalecendo a imunidade. Os carotenóides no mamão dependem da variedade e do local de cultivo, com a presença mais constante do β -caroteno, α -caroteno, criptoxantina, licopeno. Entre os carotenóides, o licopeno é o que tem o maior potencial de combate aos radicais livres, seguido pela β -criptoxantina, β -caroteno, luteína, zeaxantina e α -caroteno. A β -criptoxantina é o principal pigmento de frutas alaranjadas como pêssego, nectarina, mamão e laranja (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Dentre os carotenóides com atividade pró-vitamina A inclui-se o α -caroteno, o β -caroteno e a β -criptoxantina. O licopeno não possui esta atividade e o β -caroteno é o que possui maior atividade pró-vitamina A.

Pós-colheita de mamão

Assim como em toda cultura, convém determinar a que mercado se destinará a produção dos frutos de mamão e a distância do destino final (Tabela 2). Estes fatores poderão determinar considerações importantes para a colheita e pós-colheita da fruta, principalmente relacionados à espécie, cultivar, grau de hidratação celular, estágio de maturação, tamanho, peso, características epidérmicas e condições ambientais. Para melhor qualidade, todos os cuidados pré-colheita possíveis devem ser seguidos para o perfeito funcionamento das etapas seguintes de colheita, transporte, armazenamento e comercialização do fruto.

Tabela 2. Ilustração da relação entre a distância do mercado consumidor, vida útil pós-colheita e os principais problemas encontrados na etapa pós-colheita de frutas frescas.

DESTINO FINAL/ MERCADO CONSUMIDOR	TEMPO ENTRE COLHEITA E DESTINO	PROBLEMAS NA ETAPA PÓS-COLHEITA
Local	Menos de 1 semana	Poucos problemas
Regional	1 a 4 semanas	Diferenças entre materiais
Internacional	4 a 8 semanas	Vegetais especializados

Por ser uma fruta que produz o ano todo, é possível comercializar o mamão continuamente. Esta disponibilidade regular, além de habituar os diferentes consumidores ao seu uso, permite que o fruto seja um produto alternativo durante o inverno e entre a safra de produtos locais.

Devido à grande concorrência com diversas frutas brasileiras e entre diferentes produtores, as exigências quanto à qualidade do mamão é grande. Recomenda-se que o produto seja classificado, higienizado e tenha rastreabilidade. Também não devem apresentar injúrias mecânicas nem doenças.

Por ser altamente perecível, o mamão pode apresentar elevado nível de perda na fase pós-colheita, causadas principalmente por injúrias mecânicas, provenientes de atritos, cortes e compressão, que ocorrem devido ao manuseio inadequado dos frutos, sobretudo durante o transporte. Os frutos imaturos danificados mecanicamente podem não exibir sintomas de imediato, mas com o avanço em seu grau de amadurecimento, tais características aparecem geralmente na fase de transporte e comercialização dos frutos. Quando os frutos são machucados, os sintomas tendem a se agravar com o manuseio dos mesmos. A realização do tratamento térmico faz com que os sinais das injúrias mecânicas sejam ainda mais agravados, enquanto a aplicação de ceras os ameniza, apenas aparentemente (Figura 1).



Figura 1. Exemplos de práticas que causam injúrias mecânicas na pós-colheita de mamão durante as etapas de colheita e transporte.

Deve-se considerar ainda a pré-refrigeração do fruto como uma atividade rotineira. Esta etapa de minimização imediata do calor que o fruto traz do campo após a colheita tem como finalidade reduzir rapidamente os processos metabólicos, como a respiração e a deterioração. A diminuição da temperatura do fruto preparando-o para o transporte ou armazenamento refrigerado. Além disso, a pré-refrigeração evita perda de peso das frutas, sendo que não deve exceder o período de 6 a 12 horas e pode ser feita utilizando ar forçado, água e vácuo (Figura 2).



Figura 2. Frutos passando por etapa de pré-refrigeração e limpeza com utilização de água fria.

A etapa de classificação deve ser feita por trabalhadores treinados e é fundamental para o sucesso da comercialização do fruto climatérico, ou seja, que amadurece depois de colhido. Para o mercado interno, o peso médio dos frutos das variedades do grupo Formosa pode variar de 800 a 1100 g e para as do grupo Solo esta variação pode ser entre 350 a 550 g. Os frutos devem apresentar casca lisa e sem manchas, polpa vermelho-alaranjada, cavidade ovariana pequena e em formato de estrela, polpa com espessura superior a 20 mm, sólidos solúveis acima de 14° Brix e maior longevidade pós-colheita (CEAGESP, 2006).

A colheita é feita de acordo com as exigências do comprador. Para exportação ou transporte a longas distâncias, geralmente são colhidos no estado de maturação I e II (CEAGESP, 2006), com casca de coloração verde-intenso, porque os frutos estão menos suscetíveis ao ataque das moscas-das-frutas.

Os frutos colhidos devem ser colocados em caixas plásticas previamente forradas com fita de madeira, capim seco ou plástico bolha (Figura 3). Quando se utiliza plástico bolha, após colocar a primeira camada de frutos, outro plástico é colocado evitando assim, injúrias mecânicas, tanto durante a colheita, quanto no transporte até o *packing house* (SANCHES, 2003). Durante a colheita, devem-se ainda evitar práticas que possam causar abrasões e marcas na casca delicada dos frutos. Algumas das maiores incidências de injúrias mecânicas leves causadas, nesta etapa, são oriundas das unhas dos trabalhadores.



Figura 3. Colheita e transporte dos frutos no campo.

Fotos: Maria Fernanda Durigan.

O uso de luvas plásticas e camisa de mangas compridas são essenciais para o apanhador se proteger do látex e também para que o fruto que será retirado da planta não sofra danos. Para os mamoeiros de porte baixo, os frutos são facilmente colhidos. Já para as plantas que atingem grande porte utilizam-se escadas com proteção de borracha, “canguru” (equipamento ligado ao hidráulico do trator) ou a vara de colheita (de bambu com copo de borracha - pressionado contra ápice do fruto até a ruptura do pedúnculo - semelhante ao desentupidor de pia). Os frutos podem ser transportados por carrinhos de colheita com capacidade para 18 caixas de 16 kg, ou caminhões que, de preferência, sejam “trucados” até o *packing house* (SANCHES, 2003).

No *packing house*, as caixas contendo os frutos são descarregadas em tanque com água clorada (1,5 ppm), passam por um jato de água potável, são escovadas por um sistema de rolos com jatos de água e no final são secos por jatos de vento.

Ao saírem da máquina de limpeza, os frutos são classificados manualmente ou por máquina classificadora, que os separa por peso e tamanho, sendo recebidos numa mesa com divisões para cada peso e tamanho. Os frutos são selecionados e separados por qualidade e tamanho em caixas plásticas de diferentes cores e têm diferentes destinos.

Quando para exportação, a próxima etapa é o tratamento térmico contra as moscas-das-frutas. Caixas de plástico selecionadas são colocadas em “gaiolas” de tamanhos paletizáveis e seguem para serem tratadas. Para frutos destinados aos EUA as caixas plásticas são mergulhadas em tanque contendo água quente (água à 48°C / 20 minutos) e logo depois para outro tanque frio (água à 6-8°C / 15 minutos. No tratamento dos frutos destinados à Europa, a única mudança é em relação ao fungicida, o Sportak (300 mL / 100 L de água) / 2 minutos e após o tratamento, as caixas são estocadas em câmara fria a 9°C por aproximadamente um dia.

Para exportação, o embalagem é feito envolvendo os frutos em papel de seda e acomodando-os em caixas de variados tamanhos. As caixas recebem então os selos identificadores de rastreabilidade. No caso de mercado interno, cerca de metade da produção vendida é realizada em caixas de madeira. Já para a exportação, 100% dos frutos são embalados em caixas de papelão (Figura 4) (SANCHES, 2003).

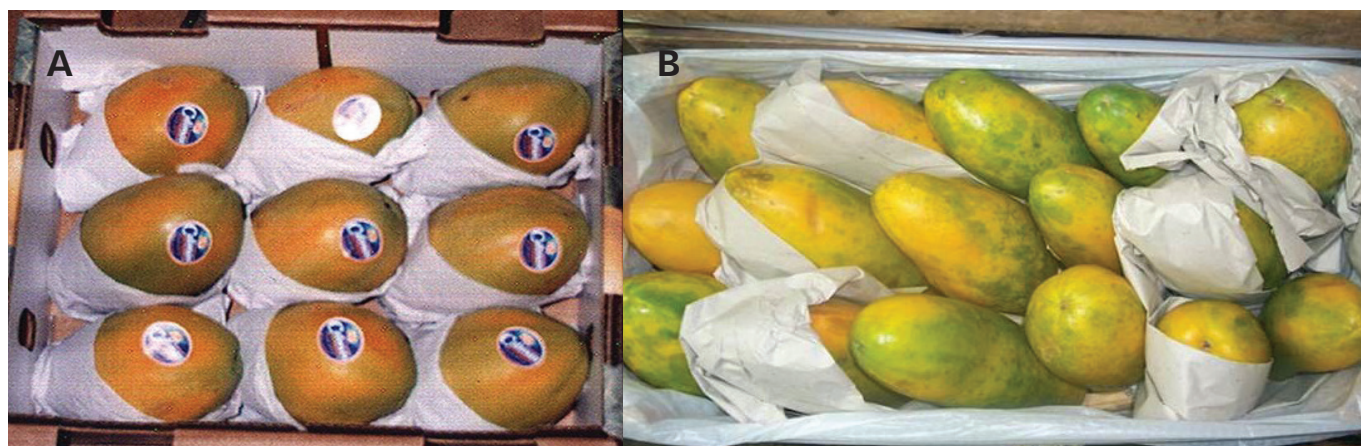


Figura 4. Mamões embalados para exportação (A) e embalados em caixas de madeira (B).
Fotos: Maria Fernanda Durigan.

No armazenamento, as caixas são levadas para câmara fria a 10°C, onde são paletizadas e os frutos destinados aos EUA são telados e inspecionados antes de serem exportados. Recomenda-se transporte em caminhão refrigerado.

Industrialização

No Brasil, a produção de compotas, purê ou polpa e frutas cristalizadas são os principais métodos de industrialização desta fruta, assim como a produção de produtos minimamente processados (PMP) e de

papaína. Em outros países tem-se preferência pela produção de PMP, conservas tipo salada de frutas, geleias, sucos, e néctares, combinados ou não com outras frutas tropicais, além da produção de purê asséptico e congelado.

A polpa, além de seu consumo direto, pode ser utilizada para a produção de néctar que é a diluição e homogeneização da mesma com açúcar, água e correção do pH para 3,7, mantendo-se a porcentagem de, no mínimo, 50% de polpa da fruta. Os néctares mistos são produzidos utilizando-se para a diluição da polpa de mamão, o suco de outras frutas. Estas misturas tornam o produto mais bem aceito pelos consumidores, como 30-40% de mamão e 70-60% de manga; com 90% de mamão e 10% de maracujá; com 70% de mamão e 30% de goiaba; e com 37,5% de mamão, 7,5% de maracujá e 5,0% de acerola, adicionado de 15% de sacarose.

O uso da polpa de mamão para a produção de sorvete revelou que a mistura de 50% desta polpa com 15% de sacarose, 4% de leite integral, 30% de água, 0,5% do emulsificante goma guar e 0,5% do estabilizante goma arábica, tem aceitação muito boa (SANTANA et al., 2003).

A polpa de mamão estruturada tem bom potencial de consumo para uso na produção de barras de frutas, produtos de confeitaria e alimentos congelados. Usando polpa a 16 o Brix (672 g kg^{-1}), misturada com sacarose (364 g kg^{-1}) e tendo pectina com baixa metoxilação (7 g kg^{-1}) e alginato de sódio (7 g kg^{-1}), como hidrocolóides e CaHPO_4 (4 g kg^{-1}) e glucona-delta-lactona, GDL (10 g kg^{-1}), como coadjuvantes, em pH 3,5-3,8, Grizotto et al. (2005) obtiveram produto adequado, sem adesividade superficial e atividade de água reduzida (0,860), com o uso de glicerol (100 g kg^{-1}) e secagem a $60^\circ\text{C}/6$ horas, sob vácuo ($0,8 \text{ kgf kg}^{-1}$).

Produtos liofilizados de mamão têm a tendência de formação de “*caking*” ou cristalização de suas substâncias dissolvidas e a formação de pontes sólidas ou películas que constituem os principais mecanismos envolvidos. A promoção da agregação depende da composição química, forma e tamanho das partículas, teor de água e força de compactação. A temperatura e a umidade relativa também influenciam o grau de “*caking*” de modo direto e proporcional (CALORI et al., 1997).

O processamento térmico

O tratamento térmico ainda é uma tecnologia bastante utilizada no processamento de alimentos, dentre os métodos mais aplicados na industrialização de frutas estão o branqueamento, a pasteurização, a esterilização, a desidratação e a evaporação.

O branqueamento é um pré-tratamento e tem como principal objetivo a inativação de enzimas, antes que sejam realizadas as próximas operações. O fruto, em pedaços ou na forma de polpa é aquecido, utilizando-se vapor ou água quente como fonte de calor, a uma determinada temperatura, durante certo tempo e rapidamente resfriado à temperatura ambiente.

A pasteurização é um processo que tem como objetivo principal a eliminação parcial dos microrganismos contaminantes, em especial os maléficos ao homem, além da inativação enzimática. Este processo está sempre associado a outros métodos de conservação, como refrigeração, congelamento, conservantes químicos e embalagens herméticas. O tempo e a temperatura de aquecimento são escolhidos em função da resistência térmica do microrganismo e das enzimas alvo, assim como da sensibilidade do produto. Os tratamentos mais usados são os com alta temperatura por curto tempo (HTST), que causam menos danos à qualidade do produto.

Na esterilização, o alimento é aquecido a uma dada temperatura e por tempo suficiente para destruir toda a atividade microbiana e enzimática no mesmo. Na esterilização comercial deverá haver ausência total de microrganismos capazes de crescer e deteriorar o produto ou serem patogênicos aos consumidores, em condições normais de armazenamento.

Segundo Soler et al. (1985), a pasteurização de polpa de frutas normalmente é realizada em trocadores de calor dos tipos tubular ou superfície raspada, com temperaturas entre $90\text{--}94^\circ\text{C}$ por 45-60 segundos. Os métodos para fabricação de polpa também dependem dos processos de acabamento para a conservação do produto, com utilização do enchimento a quente (*hot fill*), processo asséptico, ou congelamento e suas combinações com aditivos químicos.

Para a polpa de mamão, o método mais usado é a conservação congelada do produto previamente pasteurizado. A pasteurização é feita em equipamento de superfície raspada por aletas que giram constantemente, movimentando constantemente o produto em contato com a superfície aquecida. O congelamento pode ser feito em armários de refrigeração, com ou sem ventilação forçada, ou ainda em

sistemas de congelamento rápido, com o uso de nitrogênio líquido ou sistemas com solução criogênica

Geralmente, o processamento deste produto tem as seguintes etapas: Recepção dos frutos no ponto de maturação firme, selecionados quanto ao ponto de colheita e eliminação dos injuriados mecanicamente e com contaminação por fungos; lavagem, água clorada a 100 ppm de cloro livre, por 15 minutos; descascamento e retirada das sementes, feitas manualmente, usando-se facas e colheres, ou mecanicamente, após o corte da fruta em pedaços longitudinais e retirada das sementes, acontece a extração da polpa por corte e raspagem; desintegração em despulpadeira de aço inox, com peneiras de 0,5 mm ou em despulpadeiras com peneiras de 0,033 pol. (0,838 mm), seguida de acabamento em “finisher” com peneira de 0,5-0,3 mm, e tratamento em desaeradores a vácuo ou instantâneos; Formulação, com correção do pH a 3,0-3,5, com ácido cítrico, permitindo sua pasteurização e impedindo a geleificação da mesma, este processo acontece quando o pH é mantido no valor original, 5,0-5,5, por ação da pectinaesterase.

A pasteurização é imediatamente feita em trocador de superfície raspada, com pré-aquecimento, aquecimento, retenção (aquecimento a 95° C / 20 s) e resfriamento imediato à temperatura ambiente. O produto deve ser envasado em sistema asséptico ou ultra limpo, sendo imediatamente congelado e mantido sob temperatura de -20° C a -40° C. No acondicionamento asséptico a polpa acidificada é esterilizada a 120° C por 60 segundos e embalagem sob condições assépticas.

Utiliza-se também como alternativa o sistema de Alta Pressão Hidrostática (APH) como elemento conservador da polpa de mamão, devido ao fato de terem gosto e aroma delicados e que se perdem com facilidade durante o tratamento térmico. Este processamento consiste em submeter o fruto a pressões elevadas (500 a 1000 Mpa), com destruição da flora microbiana e redução significativa nas taxas enzimáticas. Em produtos ácidos, pH abaixo de 4,6, sua aplicação tem eficiente ação a 25° C, enquanto em alimentos com baixa acidez, como a polpa de mamão, há necessidade de tratamentos complementares, como o térmico brando (HENDRICKX et al., 1998). Esta tecnologia tem sido aplicada com sucesso em sucos e polpas de frutas, mas ainda tem como limitante o custo dos equipamentos necessários e do processamento. Shinagawa (2009) testou seu uso para o processamento de polpa de mamão ‘Formosa’, pH 5,10-5,42, a 25° C. Parâmetros de tempo e pressão, 300 MPA/ 5 minutos, foram capazes de eliminar os microrganismos deteriorantes a níveis não detectáveis e aceitos pela legislação, assim como inativação de 47,92% da atividade da pectinametilesterase (PME). Sua aceitabilidade e intenção de compra, testadas por provadores, foram consideradas adequadas.

1. Polpa

Tem-se observado aumentos na industrialização de sucos e polpas nos últimos anos. Com relação ao mamão somente cerca de 5% do total produzido é utilizado, sendo 95% destinado ao mercado de frutas frescas. A demanda brasileira por polpa de mamão tem sido estimada em 1.500 a 2.000 toneladas/ano, enquanto a mundial está entre 10.000 e 15.000 toneladas/ano (IBRAF, 2010).

O processamento na forma de polpa minimiza as perdas, pois tem vida útil consideravelmente grande, além de agregar valor e consumo ao fruto produzido. A demanda para sucos e polpas de frutas tropicais tem se mostrado crescente devido às mudanças nos padrões de vida dos consumidores, que procuram produtos naturais com pouco ou nenhum aditivo químico, buscando praticidade e qualidade. O sucesso das polpas de frutas está relacionado com a simplicidade dos processos de produção e com a praticidade que este produto oferece para o preparo de derivados, principalmente sucos.

Entende-se por polpa ou purê o produto não fermentado e não diluído da parte comestível do mamão, por meio de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais.

O produto polpa de mamão, segundo o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical (BRASIL, 2000), deve atender os seguintes requisitos mínimos:

- sólidos solúveis a 20°C = 10,00° Brix;
- pH = 4,00;
- acidez total = 0,17 g de ácido cítrico por 100 g⁻¹ polpa;
- sólidos totais = 10,5 g 100 g⁻¹;
- açúcares totais naturais do mamão = 14,00 g 100 g⁻¹

- a polpa deve apresentar cor do amarelo ao vermelho, com sabor e aroma próprios;
- deve atender os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução 12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para polpa de frutas, concentrada ou não, que exige um máximo de 102 NMP g⁻¹; e
- ausência de *Salmonella* em 25g

Em relação aos aditivos, podem ser adicionados acidulantes como reguladores da acidez, conservadores químicos e corantes naturais, nos mesmos limites estabelecidos para sucos de frutas, ressalvados os casos específicos (BRASIL, 2000).

O tratamento mais utilizado para sua pasteurização é a do tipo HTST (*High Temperature, Short Time*), que tem como finalidade inativar enzimas, principalmente a pectinaesterase, e reduzir a carga microbiana a níveis seguros.

Na Figura 5, observa-se a sequência básica para o processamento da polpa de mamão e na Figura 6, para o processamento do néctar.

Ribeiro (2009) testou tratamentos a 75°C e 90°C por 20 e 60 segundos e suas interações, não observando efeitos significativos no pH, teor de carotenóides, atividade antioxidante, teor de fenólicos e coloração. O tratamento a 95°C por 60 segundos reduziu significativamente o conteúdo de ácido ascórbico. Observou-se redução linear, positiva e significativa na atividade da pectinaesterase, com 95% de inativação com os tratamentos a 95°C, por 20 ou 60 segundos. A análise microbiológica indicou ausência de coliformes a 45°C e de *Salmonella* sp. e a redução de 3 ciclos logarítmicos na contagem de fungos. A análise da preferência não indicou diferença entre os tratamentos a 95°C, por 20 ou 60 segundos, e “*in natura*”.

Segundo Rodriguez-Amaya (1999), os carotenóides são susceptíveis à isomerização e oxidação durante o processamento e estocagem. A principal causa de degradação dos carotenóides é a oxidação enzimática e não enzimática, que dependem basicamente da disponibilidade de oxigênio e da estrutura do carotenóide. A oxidação também pode ser influenciada pela presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados, oxidantes e antioxidantes, exposição à luz, severidade do tratamento aplicado (temperatura e tempo do processo, superfície de contato), material da embalagem e modo de preparo. Os carotenóides ocorrem principalmente na configuração “trans”, mas o processamento pode alterar esta forma para “cis-isômeros”, causando alterações em suas propriedades biológicas, como diminuindo sua atividade pró-vitamina A, alterar sua biodisponibilidade e a atividade antioxidante.



Figura 5. Etapas básicas na produção de polpa de mamão.

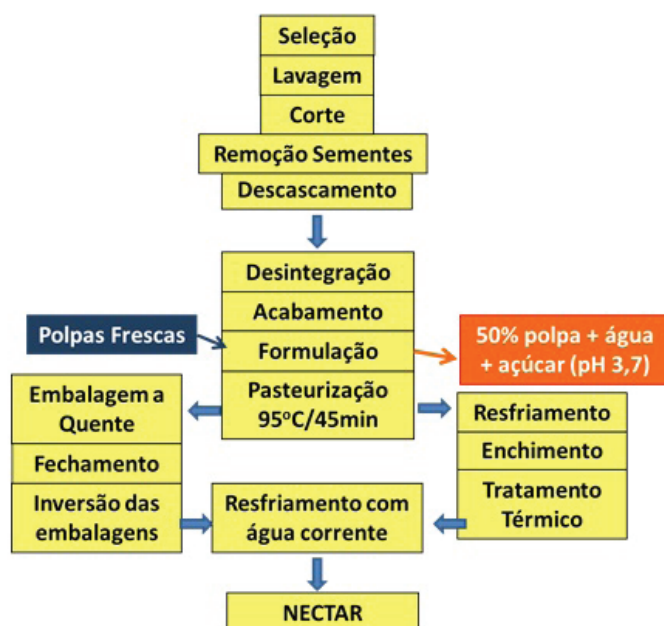


Figura 6. Etapas básicas na produção de néctar de mamão.

Alguns exemplos de misturas de néctares de frutas bem aceitos pelos consumidores são relacionados na Figura 7.

- 30 - 40% mamão + 70 - 60% manga
- 90% mamão + 10% maracujá
- 70% mamão + 30% goiaba
- 37,5% mamão + 7,5% maracujá + 5,0% acerola + 15% sacarose

Figura 7. Exemplos de misturas de néctares de diferentes frutas.

Durante estas etapas, a aplicação de Boas Práticas de Fabricação é fundamental para que não ocorram problemas com contaminações. Tratamentos térmicos devidamente validados são fundamentais para se eliminar a possibilidade de sobrevivência e desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, que não poderão ser eliminados nas etapas subsequentes.

A ocorrência de fungos termorresistentes tem sido frequentemente relatada em linhas de processamento de frutas. As espécies mais encontradas são *Neosartorya fischeri*, *Byssoschlamys nivea*, *Talaromyces* sp. e *Eupenicillium* sp. Estudando os fatores de termo resistência do *Neosartorya fischeri* em sucos tropicais, Slongo (2004) constatou que em suco de mamão, o tratamento aplicado pelas indústrias (100° C / 30s) é suficiente para se obter quatro reduções decimais na contagem. Testes com a capacidade de multiplicação de *Salmonella enteridis* e *Listeria monocytogenes* em polpas de mamão incubadas sob diferentes condições de tempo e temperatura mostraram que estes microrganismos podem se multiplicar em frutas com baixa acidez e que a temperatura de 10° C, apesar de reduzir a velocidade de crescimento, não garante a inibição dos mesmos.

Dentre as enzimas presentes na polpa do mamão, a pectinesterase é termorresistente e encontrada em quantidade significativa, causando problemas à qualidade da polpa armazenada. A pectinaesterase ou pectinametilesterase catalisa a desesterificação de ésteres metílicos das ligações galacturônicas de substâncias pécicas, produzindo ácido péctico e metanol.

A pectinaesterase tem papel fundamental no processo de amadurecimento do mamão, pois converte as pectinas com alto teor de metoxilação em pectinas com baixo teor, que por sua vez poderão ser hidrolisadas a pectatos, amaciando seus tecidos durante este processo (JIANG et al., 2003). A retirada dos grupos metoxílicos das pectinas transforma-as em ácido péctico, que se liga ao cálcio presente na polpa, geleificando-a. Esta enzima faz com que num curto período de tempo após o despulpamento e

processamento, a polpa tende a formar gel (MAGALHÃES, 1992). Ela tem atividade em pH de 4,0 a 8,0, com faixa ótima de temperatura entre 40-50° C. A pectinaesterase do mamão aparece na forma de duas isoenzimas, com estabilidades térmicas diferentes. A isoenzima termorresistente surge com pequena porcentagem da atividade enzimática total (5%), mas seu coeficiente de resistência térmica (valor Z) pode ser de duas a quatro vezes maiores que das isoenzimas termolábeis.

2. Doces em calda

Doces em calda são preparados a partir de frutas devidamente selecionadas, no ponto de maturação industrial, ou seja, quando a fruta apresenta completo desenvolvimento, porém ainda com textura firme. Este produto é feito com frutas inteiras ou em pedaços, sem sementes, com ou sem casca, e submetidos a cozimento em água, acondicionado em recipientes herméticos com calda de açúcar e submetido a tratamento térmico adequado. Apresentam variações regionais, como as compotas em que os frutos são cozidos na calda de açúcar, assim como variações no tamanho, pedaços, fatias enroladas, ou ralado, e adicionado ou não de outros produtos, como coco ou melaço de açúcar. A firmeza aos pedaços pode ser conseguida por acidificação com ácido cítrico ou com o uso de cálcio, na forma de hidróxido, carbonato ou cloreto. O processamento básico mais utilizado pode ser observado na Figura 8. Dependendo do ponto de colheita dos frutos, pode-se obter o doce em calda de mamões verdes ou maduros (Figura 9).

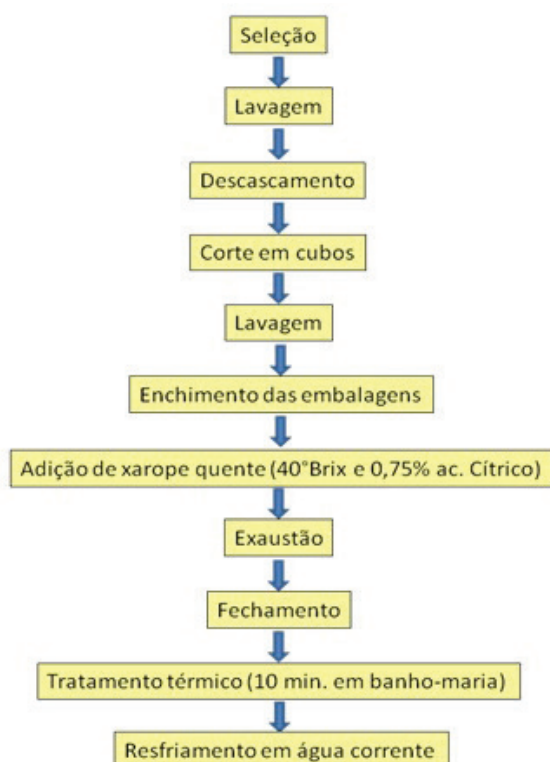


Figura 8. Processamento básico de mamão em calda.

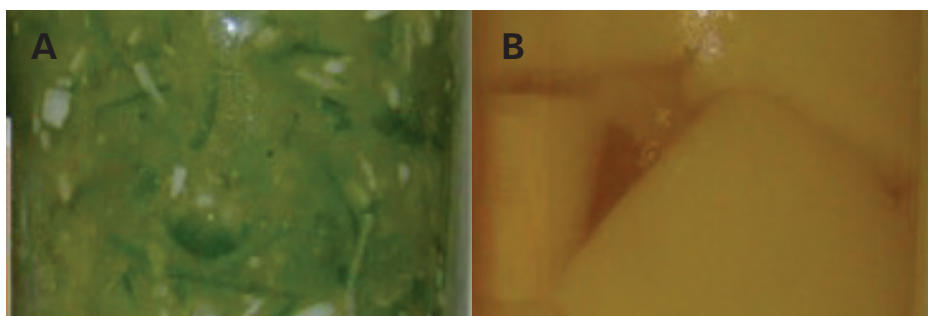


Figura 9. Aspectos de doce de mamão em calda feitos com mamão verde ralado (A) e mamão maduro em pedaços (B).

O uso da desidratação osmótica, associada ou não à adição de ácidos fracos, é uma alternativa de processamento brando, resultando em produtos com características sensoriais praticamente inalterados e apropriados ao consumo humano. O processo consiste na remoção parcial de água da fruta pela pressão osmótica quando ela é colocada em contato com uma solução hipertônica de açúcar, diminuindo a atividade de água do produto e aumentando sua estabilidade, em combinação com outros fatores como o controle do pH, agentes anti-microbianos, entre outros (POKHARKAR et al., 1997).

El-Ouar et al. (2002) testaram este tratamento em cubos de mamão, com incubação por 4 horas, a 30° C, sob agitação constante (110 rpm), em solução de sacarose a 70%, contendo lactato de sódio a 2,4% e ácido láctico a 0,1M, seguido de secagem em secador de leito fixo a 40-60°C e velocidade do ar de 1,05 a 3,25ms⁻¹ e detectaram redução na perda de carotenoides dos cubos e consequentemente da coloração alaranjada dos mesmos, comum nos tratamentos com apenas aquecimento.

Quando se comparou o uso de sacarose com o de glucose de milho como agente desidratante de cubos de mamão, sob concentrações variando de 44% a 56% (p:p), temperatura de 36° C a 46° C, durante 120 a 210 minutos, a perda de peso e de água, assim como o aumento no conteúdo de sólidos nos cubos foram mais altos nos tratados com sacarose, devido a sua alta viscosidade e conteúdo de sacarídeos (EL-AOUAR et al., 2006).

3. Doce cristalizado ou passa

Este processo consiste na impregnação da fruta preparada, com xarope, até sua saturação. O mamão pode ser cortado em pedaços cujo tamanho varia de 10 cm x 10 cm a até cubetes com 1,5 cm x 1,5 cm.

Os pedaços podem ser cozidos e impregnados de açúcar, lentamente, quando são inicialmente fervidos, por 1-2 minutos, em xarope de glicose e sacarose a 30 ° Brix e depois de repouso por 24 horas, este xarope é drenado, acrescido ou concentrado em mais 10 ° Brix e a fruta submetida a novo cozimento. Isto é feito em dias sucessivos, até que a calda atinja a concentração de 70 ° Brix. As frutas são retiradas do xarope, os pedaços passados em água fervente e secos em estufa.

Quando o processo de cozimento e impregnação é rápido, as frutas são cozidas no xarope a 30 ° Brix, em concentrador de estágio único. Quando o xarope atinge 70 ° Brix, deixa-se em repouso por 24 horas, quando os pedaços são passados em água fervente e secos em estufa. Quando os pedaços foram inicialmente tratados com solução saturada de cálcio, CaOH, o tempo de imersão (5 a 20 minutos) aumentou o pH dos mesmos para 5,7-5,9, sem afetar as características físicas das passas cozidas por até 30 minutos e secas (GODOY et al., 2006). Os doces mais populares são ainda cobertos por açúcar (Figura 10).

Existe ainda o doce denominado “falsa cereja” elaborada com bolotas de mamão, também consideradas passas, durante a produção elas são tratadas com CaOH, cozidas na calda de sacarose, adicionada de corante, extrato e essência de cereja, por 5 minutos e deixadas em repouso por 12 horas. Este produto pode ser comercializado diretamente para ser utilizado na fabricação de outros produtos, como pães doces e sorvetes ou para consumo direto. Pode ainda receber uma fina camada de açúcar cristal (Figura 10).

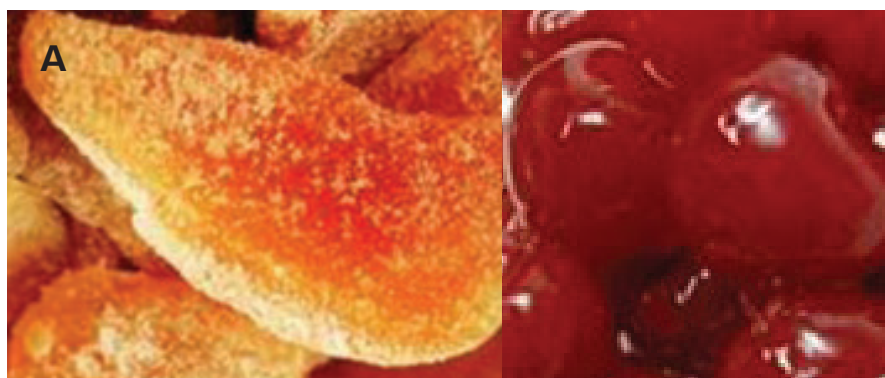


Figura 10. Aspecto de doce de mamão cristalizado coberto por açúcar (A) e doce de mamão tipo passa, apresentado como “falsa cereja” em calda.

4. Geleia

Este produto pode ser feito com a concentração da mistura de polpa com açúcar e pectina. Na formulação, utiliza-se 40% de polpa e 60% de açúcar, com acidificação ou não com ácido cítrico até pH 4,3 e se necessário adição de pectina. Este produto concentrado até 65-67° Brix é embalado a quente, hermeticamente, seguido de resfriamento rápido ou lento (Figura 11) (TEIXEIRA; SOUZA, 2004).

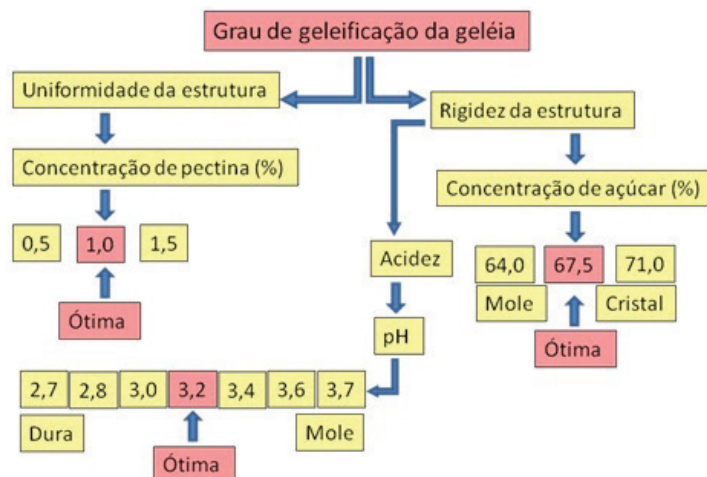


Figura 11. Processamento básico de geleias.

A polpa de mamão presta-se muito bem a misturas com polpa de frutas ácidas, como o araçá-boi, para a produção de geleias. A mistura de 70% de mamão com 30% de araçá-boi quando utilizada na proporção de 70% em mistura com 30% de açúcar e 0,5% de pectina cítrica permite a elaboração de geleia com excelente aceitação (VIANA et al., 2010).

5. Papaína

A papaína é uma enzima proteolítica encontrada nos frutos verdes e em outras partes da planta, como tronco e folhas. Possui um número bastante grande de aplicações, como: clarificação e estabilização da cerveja; amaciamento de carnes; indústria farmacêutica como cicatrizante, para a fabricação de produtos como ajudantes digestivos, “peeling” cosmética e de produtos para o tratamento de cáries odontológicas (Papacárie®); indústria de couros, têxtil e de alimentos; tratamento de resíduos; nutrição animal e pesquisa. O fluxograma básico para obtenção da papaína é ilustrado na Figura 12.

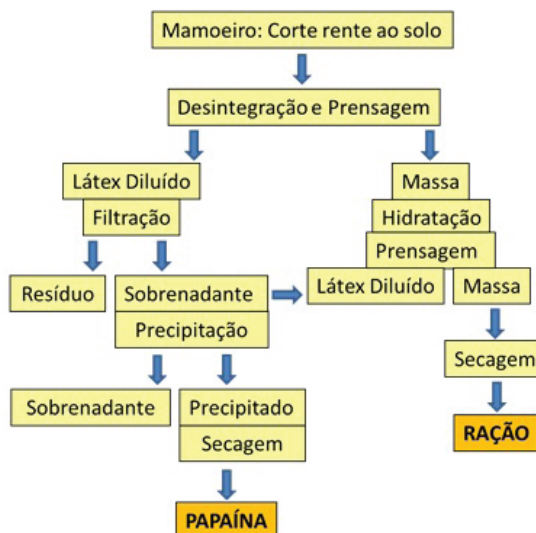


Figura 12. Fluxograma para obtenção de papaína.

6. Pectina

O mamão possui teor razoável de pectina (0,8%), com grau de geleificação de 150-200 e tem aplicação em vários produtos da indústria de alimentos, como molhos, catchup e geleificante. Sua extração pode ser feita concomitantemente com a de papaína, pois os frutos usados para a obtenção do látex poderão ser utilizados na obtenção da pectina. O fluxograma básico para obtenção da pectina, por meio de frutos imaturos, é ilustrado na Figura 13.

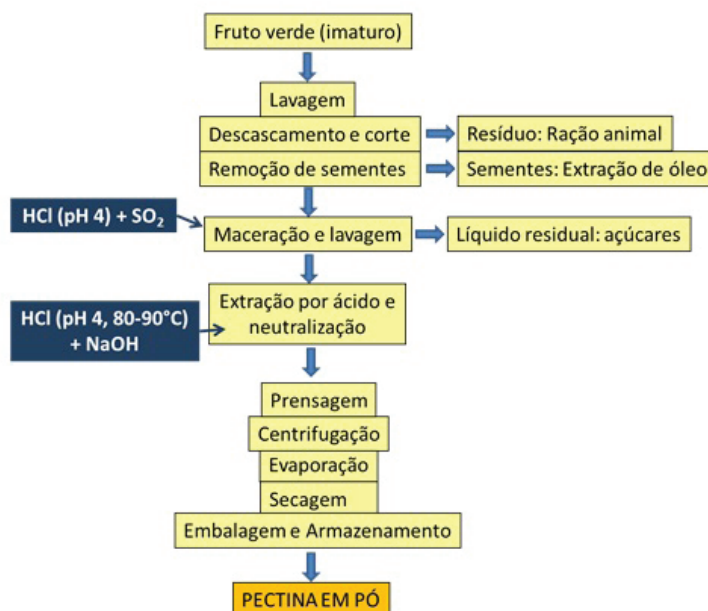


Figura 13. Fluxograma para obtenção da pectina.

7. Produtos minimamente processados (PMP)

A Associação Internacional de Produtos Minimamente Processados (IFPA) os definem como frutas ou hortaliças que são modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco (CANTWELL, 2000). Assim, é um produto fresco, tornado conveniente, com qualidade e garantia de sanidade (DURIGAN, 2000). Além disso, frutas com pequenos danos como manchas por doenças, pragas, amassamentos e formatos pouco populares podem ser utilizadas neste processamento sem danos a qualidade do produto final (Figura 14).



Figura 14. Frutos de mamão com danos considerados leves.

Paull e Chen (1997) estudaram o efeito do ponto de maturação e do processamento na fisiologia dos produtos minimamente processados de mamão e verificaram que frutas com 55-80% da casca amarela apresentaram os melhores resultados para a produção do mamão em metades.

Produtos hortícolas minimamente processados, devido ao corte, apresentam sempre maior relação superfície/volume do que quando inteiros, facilitando a perda de água por seus tecidos. No caso do mamão, a principal causa da rápida deterioração é a perda de turgidez e a forte união entre os pedaços (TEIXEIRA et al., 2001; SARZI, 2002).

Durigan (2000) afirma que o controle microbiológico pode ser conseguido com redução na contaminação inicial, higiene nas operações, limpeza do ambiente, higiene e sanidade dos empregados e higienização dos equipamentos, além de um eficiente programa de determinação dos pontos críticos e monitoramento dos perigos e riscos. Esta redução na contaminação inicial, com a higienização prévia, tem sido recomendada para o processamento mínimo de mamão (TEIXEIRA et al., 2001; SARZI, 2002). O hipoclorito de sódio no controle de bactérias do ácido láctico, coliformes totais, fungos e leveduras tem se mostrado efetivo.

O efeito do tamanho do pedaço e da temperatura de armazenamento na qualidade de mamão 'Formosa' minimamente processado também foi estudado por Teixeira et al. (2001), foi observado que os melhores resultados nos produtos cortados em cubos, 25 mm de aresta e armazenamento a 3° C ou 6° C, por até 7 dias. Sarzi (2002) também relatou que PMP de mamões 'Formosa' em metades e pedaços (50x25 mm) mantiveram sabor e textura adequados, assim como aceitabilidade para o consumo após 7 e 14 dias de armazenamento refrigerado a 3° C e 6 ° C, respectivamente.

Andrade (2006) testou o tratamento dos pedaços com CaCl₂ a 1% e de sua combinação com ácido ascórbico a 0,5% concluindo que estes tratamentos preservaram o teor de açúcares, a coloração, a textura e as características sensoriais dos produtos por 9 dias, com a manutenção da contagem de bactérias psicotróficas dentro de limites aceitáveis para o prolongamento da vida útil dos mesmos.

Sarzi (2002) estudou as condições para a produção de PMP de mamão 'Formosa' e concluiu que o armazenamento a 3° C e a 6° C manteve os produtos adequados para a comercialização por até 10 dias, enquanto a 9° C este período foi de 7 dias.

A embalagem, além de ser um requisito essencial para a manutenção da qualidade durante o armazenamento, leva a modificação na atmosfera, o que retarda a respiração, o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila, a perda de umidade, o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, os prejuízos na qualidade devidos ao processamento. Atmosferas com 3-8% de O₂ e de 3-10% de CO₂ têm potencial para aumentar a vida útil dos produtos minimamente processados.

O tipo de filme plástico utilizado na embalagem tem papel fundamental na modificação da atmosfera, devido a sua permeabilidade e aos seus coeficientes de difusão aos gases. Os filmes de cloreto de polivinila, polipropileno e polietileno, são os mais utilizados na embalagem destes produtos (CANTWELL, 2000).

Apesar de o mamão ser consumido "*in natura*", seu uso é limitado pela inconveniência da necessidade de descasque complicado e serviço adequado para contê-lo e consumi-lo. Este consumo poderia ser ampliado com pedaços adequadamente embalados, que permitam sua ingestão nas mais diferentes ocasiões e facilitem sua utilização em diversos serviços de alimentação.

Sarzi (2002) verificou que em mamão 'Formosa' minimamente processado, o controle das condições higiênicas, durante a produção, foi bastante eficiente, pois não se detectou a presença de coliformes totais ou fecais durante o armazenamento por até 14 dias.

Os processos preconizados por este autor, para a produção de produtos minimamente processados (PMP) de mamão 'Formosa', permitem a conservação dos mesmos com qualidade adequada para o consumo e comercialização, por até 10 dias. A formação de um tecido superficial resistente, devido à perda de umidade, fez com que os pedaços tornassem mais firmes durante o período de armazenamento (SARZI, 2002).

O mamão 'Formosa' permite um bom rendimento em PMP, ou seja, de 88,1% em metades e de 66,2% em pedaços, o que associado ao fato que 5% a 10% do mamão produzido, 1,5 milhões de toneladas, fossem utilizados no preparo de produtos minimamente processados, ter-se-iam de 75 a 150 mil toneladas deste produto para serem colocados no mercado.

A sequência para obtenção de PMP de mamão é mostrado na Tabela 3 e a aparência dos produtos está ilustrado na Figura 15.

Tabela 3. Etapas do processamento mínimo do mamão (Adaptado de DURIGAN e DURIGAN, 2011).

Colheita e transporte: os frutos devem ser colhidos no estado de maturação maduro, com 50% a 75% de casca amarela e transportados para o processamento, com todo cuidado e em, no máximo, 24 horas após a colheita;

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Recebimento do produto: os frutos devem ser novamente selecionados, para tornar o lote mais uniforme quanto ao grau de maturação e de danos mecânicos ou podridões;

Lavagem com detergente: depois de selecionados serão lavados com detergente neutro comum, que tem como ingrediente ativo o alquil benzeno sulfonato de sódio, e água corrente, com enxágue por imersão em água a 5° C, contendo 200 mg de cloro L⁻¹, para desinfecção e retirada de parte do calor de campo;

Câmara fria: eles serão então mantidos em câmara fria a 10o C, previamente lavada e higienizada, pelo período de 12 horas, para o abaixamento da temperatura;

Processamento: deve ser feito a 10° C, com os utensílios (facas, baldes, escurredores, etc.) previamente higienizados, com solução de cloro a 200 mg L⁻¹. Os operadores devem estar protegidos com luvas, aventais, gorros e máscaras, procurando proteger ao máximo o produto de prováveis contaminações. Os frutos podem ser submetidos a vários tipos de preparo, com destaque para os cortes em metades longitudinais, com as pontas eliminadas, ou em pedaços (5,0 x 2,5 cm ou 2,5 x 2,5 cm) depois de terem as sementes e pontas eliminadas e serem descascados;

Enxágue com água clorada: para eliminar o suco celular extravasado, os pedaços devem ser enxaguados com água clorada (20 mg de cloro L⁻¹);

Escorrimento: os pedaços devem ser escorridos por 2-3 minutos, para se eliminar o excesso de umidade;

Embalagem: podem ser utilizadas embalagens de polietileno tereftalado (PET), plásticas ou bandejas de isopor recobertas com filme de cloreto de polivinila (PVC) esticável;

Armazenamento: os produtos devem ser armazenados em condições refrigeradas. Esta temperatura deve ser mantida durante o transporte, o armazenamento e a comercialização. Indicam-se temperaturas entre 3° C e 6° C.

Transporte: os produtos devem ser transportados rapidamente e sob refrigeração (3 ° C e 6 ° C), evitando-se qualquer falha na cadeia de frio.

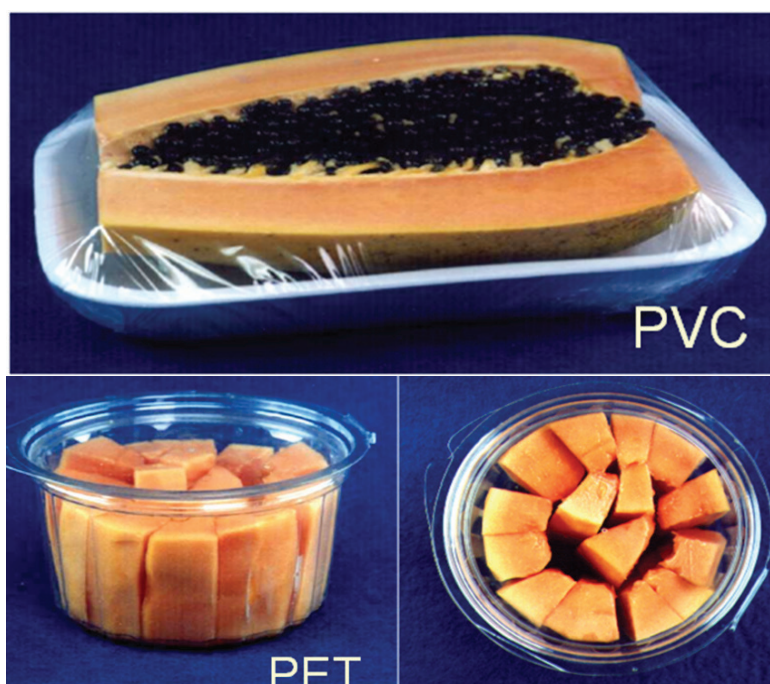


Figura 15. Aparência de produtos minimamente processados de mamão.
Fotos: Maria Fernanda Durigan.

Considerações Gerais

A importância das agroindústrias

As agroindústrias, principalmente as rurais, podem ser vistas como processos de recolocação de recursos e pode ser promovido por agricultores, individualmente ou em conjunto com suas organizações associativas, contando com o apoio do poder público. De um produto conservado para consumo próprio, para ser consumido na entressafra, o fruto processado passa a ser visto como um produto comercial com valor de troca e como fonte.

A agroindústria familiar rural é uma forma de organização em que a família produz, processa e/ou transforma parte de sua produção agrícola, visando, sobretudo, a comercialização. Outros aspectos também caracterizam a agroindústria familiar rural tais como: a localização no meio rural; a utilização de máquinas e equipamentos e escalas menores; procedência própria da matéria-prima em sua maior parte, ou de vizinhos; processos artesanais próprios, assim como predominância da mão de obra familiar. Podem ainda vir a ser um empreendimento associativo, reunindo uma ou várias famílias aparentadas ou não. Outra dimensão importante é que a agroindústria familiar está crescentemente internalizando os aspectos legais, tanto do ponto de vista sanitário como ambiental e fiscal, perante os organismos de regulação pública (MIOR, 2007).

Segundo o autor supracitado, o desenvolvimento desta agroindústria tem importantes desdobramentos. Ocorrem mudanças na organização familiar de produção, na diversificação econômica regional e no fortalecimento de sistemas agroecológicos de produção. Uma das mais importantes mudanças são para as mulheres agricultoras, geralmente dedicadas à cozinha familiar. Deste território demarcado pela presença das mulheres agricultoras emergem as fontes de renda que passam a ser fundamentais para a agricultura familiar. Esta reorganização interna na família rural se transforma em um dos principais trunfos para o sucesso da agroindústria familiar (GUIVANT, 2001).

Produtos Industrializados

A importância da agregação de valor na fruticultura por meio do processamento pode ser percebida na comparação feita por Fernandes e Dantas (2006) sobre o valor do mercado internacional de frutas frescas, em torno de US\$23 bilhões, e para os produtos processados, de aproximadamente US\$90 bilhões. No estado de Roraima, em especial, destacam-se a proximidade com o grande mercado de Manaus e da região Norte do Brasil, assim como a exportação para os países fronteiriços, como Venezuela e Guiana, e outros, por meio dos portos próximos.

A tendência é de crescimento para este mercado, todos os países, já que os consumidores buscam cada vez mais sucos, molhos e condimentos prontos, por força da comodidade e conveniência encontradas nesses alimentos.

Comparativamente com as frutas *"in natura"*, as frutas industrializadas constituem uma fonte mais concentrada de fibras, açúcar natural e alguns nutrientes, bem como têm um prazo maior de validade, observando que seu consumo deve ser moderado devido ao maior e alto teor calórico. Destacam-se como vantagens sobre as frescas a conservação das características dessa matéria-prima, os menores custos de transporte, além de serem menos susceptíveis ao ataque de microrganismos.

Um atrativo e característica de agroindústrias de médio porte é a sua condição de produtora de matérias-primas, como por exemplo, polpas, sucos concentrados de frutas, amêndoa de castanha de caju, manteiga e pó de cacau, entre outros, para a indústria responsável pela segunda transformação. Tais matérias-primas, semiprocessadas, destinam-se às médias ou grandes indústrias nacionais e estrangeiras, resultando em produtos prontos para consumo, de maior valor agregado, como por exemplo, sucos, doces, geleias, desidratados de frutas, castanha de caju, chocolates, achocolatados, confeitos, molhos e condimentos, dentre outros.

A dimensão geográfica da área de atuação das agroindústrias, com heterogeneidade de clima e solo e as variáveis técnica, econômica, social, cultura e política de cada estado, resultam em uma diversificação na linha de processamento de alimentos provenientes de frutas e hortaliças (BRAINER, 2008). A diversificação na linha de produção da agroindústria é ainda influenciada pela sazonalidade das safras de frutas e

flexibilidade das máquinas e equipamentos para o processamento. Assim, no âmbito da diversificação, existem empresas que trabalham exclusivamente com polpas de várias frutas, outras que processam simultaneamente polpas e doces ou ainda aquelas que têm nos sucos de frutas a única linha de produção.

Pragas quarentenárias

As pragas quarentenárias são organismos, de natureza animal e/ou vegetal que, estando presente em outros países ou regiões, mesmo sob controle permanente, constituem ameaça a economia agrícola do país (CUNHA et al., 2000).

Por estar em área de divisa territorial, o estado de Roraima passou por diversas perdas devido à presença destas pragas. Quando constatadas, frutos produzidos no estado são barrados, não podendo seguir para outras regiões brasileiras, o que, por diversas vezes, acarretou em grandes prejuízos aos produtores.

O processamento das frutas pode ser uma alternativa para evitar o prejuízo total ou parcial devido às barreiras sanitárias uma vez que o processamento, especialmente os tratamentos térmicos, elimina grande parte de organismos que possam estar presentes nos produtos.

Referências

- ANDRADE, S. R. R. de. **Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. 2006, 180f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - ESALQ-USP, Piracicaba.
- BRAGA, R. M.; ARAÚJO, J. L. **Perfil do mercado varejista de polpa e suco de frutas na cidade de Boa Vista.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2007. 29 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 12).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa no 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção I, p.54.
- BRAINER, M. S. C. P.; CARNEIRO, W. M. A.; SANTOS, J. A. N.; SOUZA, G. S.; SILVA, C.E.G.; A Agroindústria de Alimentos de Frutas e Hortaliças no Nordeste e Norte dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA (SOBER), 46., 2008, Rio Branco, Acre. **Abstracts...** Rio Branco, Acre, 2008.
- CALORI, I.; GIAROLA, T. M. O.; CAL-VIDAL, J. Cinética-de-caking em mamão liofilizado determinada por microscopia ótica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.1199-1204, 1997.
- CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p.147-155.
- CUNHA, M. M. da; SANTOS FILHO, H. P.; NASCIMENTO, A. S. do (Org.). **Manga: fitossanidade.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap. 3, p. 25-47. il. (Frutas do Brasil, 6).
- DURIGAN, J. F. O processamento mínimo de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Palestra...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. 12p.
- DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B. Processamento de mamão: Mercado nacional e técnicas de produção. In: SIMPÓSIO PAPAYA BRASIL, 5., 2011, Porto Seguro. **INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2011.
- EL-OUAR, A. A.; AZOUBEL, P. M.; MURR, E. X. Influência do pré-tratamento osmótico na qualidade de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) seco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador, BA, 2002. 4p. (CD-Rom).
- EL-AOUAR, A. A.; AZOUBEL, P. M.; BARBOSA JUNIOR, J. L.; MURR, F. E .X. Influence of the osmotic agente on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). **Journal of Food Engineering**, v.75, p.267-274, 2006.
- GODOY, R. C. B.; SANTOS, A. P.; MATOS, E. L. S.; SILVA, J.; WASZCZYNSKYJ, N. Influência de tempo de imersão em solução de cálcio e do cozimento nas características físico-químicas do mamão Formosa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.171-176, 2006.
- GRIZOTTO, R. K.; BRUNS, R. E.; AGUIRRE, J. M.; BATISTA, G. Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.158-164, 2005.
- GUIVANT, J. A Comparative Gender Perspective Of Family Farming And Agrarian Reform Settlements In Brazil. **Relatório de pesquisa preparado para UNRISD Project on agrarian Change**, Gender and Land Rights. 2001. 61p.
- HENDRICKX, M.; LUDIKHUYZE, L.; VAN den BROECK, I.; WEEMAES, C. Effects of high pressure on enzymes related to food quality (review). **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n.5, p.197-203, 1998.
- IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Estatísticas.** 2011. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 12.jul.2011.
- JIANG, C. M.; WU, M. C.; WU, C. L.; CHANG, H. M. Pectinaesterase and polygalacturonase activities and textural properties of Rubbery papaya (*Carica papaya* Linn.). **Journal of Food Science**, Chicago, v.68, n.5, p.1590-1594, 2003.
- JORNAL DO ENTREPOSTO/ Centro de Qualidade em Horticultura da Ceagesp. Disponível em: <<http://www.jornalentreposto.com.br/siteantigo/abr2007/home.htm>>. Acesso em: 10.nov.2011.
- MAGALHÃES, M. M. A. **Estudo cinético da inativação térmica de enzimas termorresistentes, com e sem adição de sacarose, na polpa de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) acidificada e o estabelecimento do processamento térmico requerido.** 1992. 156f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos). Campinas: UNICAMP, Faculdade de Engenharia de Alimentos. 1992.
- MIOR, L. C. Agricultura familiar, agroindústria e desenvolvimento territorial. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE

- DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL. 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://www.cidts.ufsc.br/articles/26_RoraimensesArtrigo_Coloquio_%20-_Mior.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2011.
- PAULL, R. E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.12, n.1, p.93-99, 1997.
- POKHARKAR, S. M.; PRASAD, S.; DAS, H. A model for osmotic concentration of banana slices. **Journal of Food Science and Technology**, v. 34, n.3, p.230-232, 1997.
- RIBEIRO, M. I. **Efeito do processamento térmico nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e na atividade enzimática de polpa de mamão Formosa (*Carica papaya* L.)**. 2009. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Seropédica: UFRRJ, Instituto de Tecnologia, 2009.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute (ISLI) Press, 1999. 64p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: Tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p.
- SANTANA; L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 (suplemento),p.151-155, 2003.
- SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 100f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Jaboticabal:FCAV – UNESP. 2002.
- SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. 2009. 133f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos)- UFRJ – Escola de Química, 2009.
- SLONGO A. P. **Estudo da influência de diferentes fatores na termorresistência do fungo *Neosartorya fischeri* em sucos tropicais**. 2004. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Florianópolis: UFSC, 2004.
- SOLER, M. P.; MARTIN, Z.; FERNANDES, M. H. C.; MORI, E. E. M.; FERREIRA, V. L. P. Influência dos processos de descascamento na qualidade do purê de mamão da variedade Solo. **Boletim do ITAL**, Campinas, n.22, v.1, p.107-123, 1985.
- TACO – **Tabela de Composição de Alimentos do NEPA/UNICAMP**. Versão II, 2 ed. Campinas: NEPA-UNICAMP. 2006. 113p.
- TEIXEIRA, G. H .A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão ‘Formosa’. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.47-50, 2001.
- TEIXEIRA, G. H. A. T.; SOUZA, B. S. Cultura do mamoeiro: aproveitamento de subprodutos. *Toda Fruta*, p.8. 2004. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal>>. Acesso em: 09 jul. de 2011.
- VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; FONSECA, M .D.; SILVEIRA, S. M.; REIS, R .C.; SACRAMENTO, C. K. Geleia de araçá-boi com mamão. **Circular Técnica da Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, v.8, n.100, 6p. 2010.

Embrapa

Roraima

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA